

Я.В. Ковтун , О.М. Назаренко

Запорізька державна інженерна академія, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ВИМИРЮВАННЯ СТІНИ ТРОМБА У ЛІТНІЙ ПЕРІОД

Розглянуто новий підхід економії енергоресурсів, завдяки стіні Тромба, для збереження тепла взимку та охолодження приміщення влітку завдяки циркуляції повітря. Проводилося дослідження в місті Запоріжжя, на експериментальному макеті будинку, в літній період. Завдяки даному способу можна заощадити 40% витрачених коштів на опалення та на кондиціонування повітря.

Ключові слова: сонячна енергія, теплообмін, керамогранітна стіна, вимірювання, житловий будинок, інфрачервоної термометр

Постановка проблеми

Енергоефективність є загальна характеристика пасивного будинку важливим показником оцінки енергетичних процесів та низький рівень ,розкриває важливу загрозу для економічної безпеки України.

Одне з пріоритетних напрямків розвитку вітчизняної та світової енергетики в даний час - використання нетрадиційних відновлюваних джерел . Питання енергозбереження та енерго- ефективності з кожним роком стають все більш актуальними. При цьому даний напрямок викликає інтерес не тільки у держави в цілому, а й у власників бізнесу, а також у представників простих домогосподарств. Цьому служать ряд причин, серед яких можна виділити:

- дефіцит і постійне зменшення природних ресурсів;
- питання енергетичної безпеки України;
- висока енергоємність української економіки;
- поступове збільшення споживання;
- щорічне зростання цін на імпортовані Україною енергоресурси (газ, нафта).

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стіну Тромбу розробив Едвард Морзе в 1881 р, а французький професор Фелікс Тромб віродив цю ідею в 1960 році[1]. Далі дослідження не проводилося.

Мета роботи

Практичне обґрунтування перспективних напрямів заощаджень коштів на опалення та кондиціонування.

Виклад основного матеріалу

Сонячна стіна Тромба - масивна кам'яна будова, яка встановлюється на південному напрямку будівлі за фасадним скляним огороженням. [2] Ця стіна

може бути покрита селективної-поглинаючою фольгою або пофарбована в чорний колір (рис. 1).

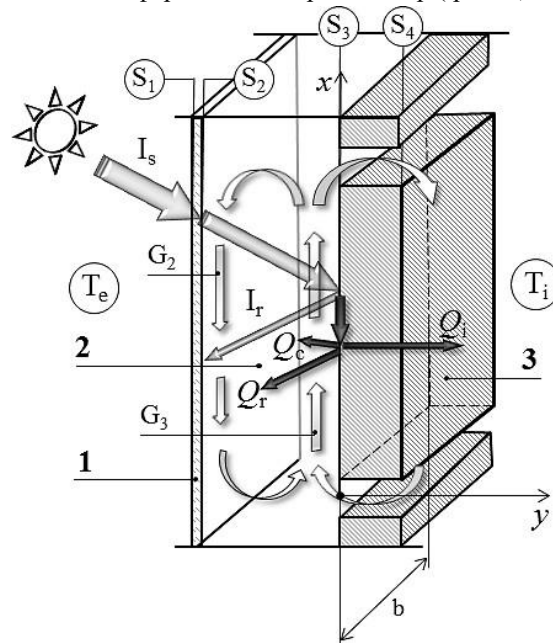


Рис. 1.Схема процесів теплообміну і руху повітря в стіні Тромбу-Мішеля

1 - скління; 2 - повітряний прошарок; 3 - масивна стіна; S1, S2, S3, S4 - відповідно зовнішня поверхня скління, внутрішня поверхня скління, зовнішня поверхня масивної стіни, внутрішня поверхня масивної стіни ;:G2, G3 – витрата повітря, що рухається біля поверхні скління і масивної стіни , кг/с.

Залежно від товщини стіни Тромба забезпечується більш тривала затримка в віддачі тепла приміщенню[1]:

- при товщині стіни 20 см - затримка відбувається приблизно на 5 год;
- при товщині стіни 40 см - затримка відбувається приблизно на (10 ... 12) год.

Стіна Тромбу може бути ні тільки бетонної, але і кам'яної або цегляної [10]. Щоб поліпшити тепловіддачу стіни створюються спеціальні отвори внизу і зверху стіни для забезпечення природної конвекції повітря, а для більш ефективної тепловіддачі встановлюють вентилятори, для примусової циркуляції.

Сонячні промені проходячи через склопакет і потрапляють на бетонну стіну, яка встановлюється на відстані 100 мм від склопакета [3]. Ультрафіолетові промені від сонця потрапляючи на поверхню стіни нагрівають її, і частина променів відбиваються від стіни у вигляді інфрачервоного випромінювання, яке не проходить крізь скла, нагріваючи, таким чином, ще й повітря[5].

Як вже вище зазначалося, що замість темного фарбування стіни можна наклеїти селективне покриття, яке більш ефективно поглинає сонячні промені (ефективність сягає 90% в порівнянні з 60% для пофарбованої стіни)[11].

Залежно від покриття стіни Тромба застосовується різний огороджувальний скління[3]:

- селективне покриття - одношарове заскління стіни;

- пофарбована поверхня - подвійне скління стіни.

Оптимальна товщина стіни Тромба становить 30 см, але в залежності від матеріалу з якого зроблена стіна.

Якщо будинок проектується в холодній кліматичній зоні, де середня температура взимку становить (-1 ... -7) °C тоді слід приймати[9]:

- подвійне скління;

- стіну виконувати з каменю з площею зовнішньої поверхні в межах 40 ... 100% від площі підлоги житлового приміщення.

Якщо будинок проектується в помірній кліматичній зоні, де середня температура взимку становить (+ 2 ... + 7) °C тоді слід приймати[8]:

- подвійне або одинарне скління;

- стіну виконувати з каменю з площею зовнішньої поверхні в межах(20 ... 70)% від площі підлоги житлового приміщення.

Переваги пасивних сонячних систем теплопостачання із застосуванням стіни Тромба[8]:

- відносно низька вартість пристрою;
- конструкція проста в обслуговуванні;
- довговічність і надійність конструкції.

Недоліки пасивних сонячних систем теплопостачання із застосуванням стіни Тромба є те, що точність розрахунків невисока, тому даної системи теплопостачання може бути не достатньо для повного обігріву будівлі[4].

Стіна Тромба може не тільки нагрівати повітря у зимний період, а також охолоджувати повітря завдяки масивній керамагнітній стіни[6]. У таблиці

1 показані дані температури м. Запоріжжя 7 червня (сонячний день) .

Температуру навколишнього середовища м. Запоріжжя відомо завдяки термометру, щоб дізнатися температуру усередині приміщення багатоквартирного будинку застосовуємо лазерний пірометр Optris LaserSight.

Інфрачервоний термометр LaserSight забезпечує професійне неконтактне вимірювання температури об'єктів розміром від 1 мм в широкому діапазоні температури від -35 °C до + 900 °C. Унікальна прецизійна система прицілювання з пересіченими лазерними променями відзначає реальний розмір вимірюваного плями на будь-якій відстані з абсолютною точністю. Чудова оптика, висока точність роблять пірометр LaserSight універсальним термометром для всіх видів виробничих і дослідницьких робіт[7].

Макет багатоповерхового будинку зроблений із OSB, складається з 9 поверхів та технічного поверху. Південна сторона покрита керамогранітом ,на кожному поверху по 4 отвори для входу та виходу повітря, та оброблена оргсклом для циркуляції повітря

Характеристика будівлі:

1.Фасад –зроблений із OSB, товщина 10 мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,15$ Вт/(м°C).

2.Південна сторона- з керамограніту товщиною у 8,5 мм, ДСТУ Б В.2.7-282:2011.

3.Повітряний прошарок- зроблений із екологічного скла,товщина 5 мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,2$ Вт/(м°C)

Дані зібрані 7 червня 2018 року у сонячний день. В таблиці 1 дані температури навколишнього середовища у місті Запоріжжя.

Таблиця 1

Температура повітря 7 червня 2018 року

Час	Температура, °C	Опади
08:00	+18	сонячно
09:00	+19	сонячно
11:00	+21	сонячно
12:00	+23	сонячно
13:00	+25	сонячно
14:00	+25	сонячно
15:00	+24	сонячно
16:00	+23	сонячно
18:00	+20	сонячно
19:00	+17	сонячно
20:00	+15	сонячно

Для експерименту взяти тільки круглі отвори, практика довела що круглі отвори $d=8$ мм більш

практичні та показали на експерименті найкращі результати.

У таблиці 2 показані дані температури 7 червня (сонячний день) експериментального макету стіни Тромба круглі отвори.

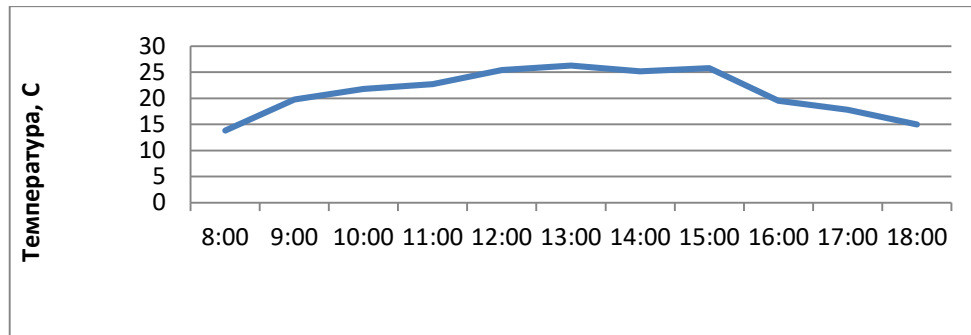


Рис. 2. Зміна температури 7 червня експериментального макету

Таблиця 2

Температура 7 червня (сонячний день) експериментального макету стіни Тромба круглі отвори

Час	Температура, °C										
	1 по-верх	2 по-верх	3 по-верх	4 по-верх	5 по-верх	6 по-верх	7 по-верх	8 по-верх	9 по-верх	тех. поверх	дах
08:00	12,00	12,0	12,1	12,0	12,0	12,0	11,7	12,0	12,3	13,1	13,8
09:00	16,9	17,2	18,3	18,2	18,5	18,3	18,0	19,2	19,0	19,0	19,8
10:00	19,8	20,6	20,6	20,1	21,5	21,6	21,6	21,0	21,1	20,8	21,8
11:00	20,5	21,5	21,8	22,1	22,3	22,3	22,0	22,2	22,3	22,6	22,7
12:00	24,9	25,1	24,6	24,7	25,2	25,0	25,4	25,6	25,4	26,0	25,4
14:00	25,7	25,5	25,9	26,8	26,2	26,5	26,6	26,3	26,1	26,0	25,2
16:00	22,1	21,8	20,9	21,5	21,4	21,8	21,5	21,1	20,5	20,4	19,5
18:00	18,0	17,5	17,0	17,3	17,0	17,2	16,4	16,0	15,6	15,5	15,0

Висновки

У даній статті доведено, що стіна Тромба не тільки може служити для обігріву приміщення, а так само і для охолодження повітря в літній період завдяки конвекції. І ще не мало важливий фактор, що це і екологічність способів охолодження повітря.

Література

1. Trombe Wall [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall
2. What is a Trombe Wall and how can you use one? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.ecowho.com/articles/17/What_is_a_Trombe_Wall_and_how_can_you_use_one?.html
3. Thermal Storage Wall or Trombe Wall (prototype model) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.slideshare.net/prachurya89/ppt-thermal-storage-wall>
4. Пуховой, И.И. Температурные режимы и экономия энергии в пассивных системах солнечного отопления типа застекленная лоджия многоэтажных зданий [Текст] // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – № 2. – 14–18 с.
5. Мілейковський, В.О. Дослідження сонячного опалювального приладу для пасивних систем використання сонячної енергії [Текст] / В.О. Мілейковський, О.Ю. Шуваєва // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник. – Вип. 19. – К.: КНУБА, 2016. - 112-116 с.
6. Желих, В. М. Визначення полів температури та швидкості повітря в приміщенні з використанням термосифонного геліоколектора [Текст] / В. М. Желих, Х. Р. Лесик // Енерго-ефективність в будівництві та архітектурі: науково-технічний збірник. – Вип. 4. – К.: КНУБА, 2013. – 104 – 108 с.
7. Optris LaserSight Пирометр инфракрасный [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://energytools.com.ua/p37774658-optris-lasersight-pirometr.html>
8. Енергоефективність: наука, технології, застосування [Текст] // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції (2017) – Київ. - 56-57с.

9. International Finance Corporation (IFC). (2012). From Gap to Opportunities: Business Models for Scaling Up Energy Access. Washington, DC: International Finance Corporation.
10. New York Department of Public Service (NY-DPS). (2014). Reforming the Energy Vision: NYS Department of Public Service Staff Report and Proposal. Case 14-M-0101. Albany, NY: NYDPS
11. Scheffer, M., Bascompte, J., Brock, W.A., Brovkin, V., Carpenter, S.R., Dakos, V., Sugihara, G. (2009). "Early-warning signals for critical transitions." *Nature* (461:7260), 53-59

References

1. Trombe Wall (n.d.) Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall
2. What is a Trombe Wall and how can you use one? (n.d.) Retrieved from https://www.ecowho.com/articles/17/What_is_a_Trombe_Wall_and_how_can_you_use_one?.html
3. Thermal Storage Wall or Trombe Wall (prototype model) (n.d.) Retrieved from <https://www.slideshare.net/prachurya89/ppt-thermal-storage-wall>
4. Pukhovoi, I. I.(2004) "Temperaturnye rezhimy i ekonomiya energiyi v passivnykh sistemakh solnechnogo otopleniya tipa zasteklenyaya lodzhiya mnogoetazhnykh zdaniy". *Ekotekhnologii i resursosberezhnie*, 2, 14-18
5. Mileykovskiy, V. O., Shuvaeva, O. IU. (2016) "Doslidzhennia soniachnogo opaliuvalnogo prykladu dlia pasyvykh system vykorystannia soniachnoi energii." *Ventyliatsiia, osvittennia ta teplozopostachannia: naukovotekhnichniy zbirnyk*, 19, Kyiv National University of Construction and Architecture, 112-116.
6. Zhelikh, V. M., Lesyk, H. R.(2013) "Viznachennia poliv temperatury ta shvydkosti povitria v prymishchenni z vy-

korystanniam termosyfonnoho heliokolektora." *Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi: Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, 14, Kyiv National University of Construction and Architecture, 104-108.

7. Optris LaserSight Pyrometer infrared (n.d.) Retrieved from <https://energytools.com.ua/p37774658-optris-lasersight-pyrometr.html>
8. Energy efficiency: science, technology, zastosuvannya (2017) *Materials of All-Ukrainian research and practical Internet Conference*, Kyiv, 56-57
9. International Finance Corporation (IFC). (2012). From Gap to Opportunities: Business Models for Scaling Up Energy Access. Washington, DC: International Finance Corporation.
10. New York Department of Public Service (NY-DPS). (2014). Reforming the Energy Vision: NYS Department of Public Service Staff Report and Proposal. Case 14-M-0101. Albany, NY: NYDPS
11. Scheffer, M., Bascompte, J., Brock, W.A., Brovkin, V., Carpenter, S.R., Dakos, V., Sugihara, G. (2009). "Early-warning signals for critical transitions." *Nature* (461:7260), 53-59

Рецензент: д.т.н., проф., завідувач кафедри «Електронних систем» Т.В.Критська, Запорізька державна інженерна академія, Україна.

Автор: КОВТУН Яна Владиславівна
магістрант
Запорізька державна інженерна академія
E-mail - yana.kovtun.31.05.94@gmail.com

Автор: НАЗАРЕНКО Олександр Миколайович
кандидат технічних наук, доцент
Запорізька державна інженерна академія
E-mail - alexnazar75.an@gmail.com

EXPERIMENTAL VOLTAGE OF WASHING PIPES IN THE SUMMER PERIOD

Y.Kovtun, O. Nazarenko

Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine

Most distribution at the passive sunny heating got such constructions as a wall of Tromba-Michel, convection loop and similar structural elements them. In these constructions in particular and in the construction of wall of Tromba-Michel, sunny energy grows into thermal energy and accumulates in the array of construction for a day. In a night period the accumulated energy comes in an apartment as a result of heat-conducting of array of wall and as a result of heating of air, that circulates at the wall of Tromba-Michel broken a secret to the air layer. This air is heated close to the surface of massive wall, and then warmed-up air comes in an apartment. At a permanent thermal stream through a protective construction the heat-conducting of massive wall can be also examined as a stationary process of heat exchange. It allows next to the processes of heat exchange to consider also and aerodynamic processes. In some cases experimental researches allow to get new results, however these results answer the terms of realization of experiment, and authenticity them also limited to the scopes of realization of experiment. With the aim of receipt of more reliable mathematical model, on the first stage will consider the physical model of processes of heat exchange and aerodynamic processes, that take place in the convective elements of constructions of the passive heating, in particular to the wall of Tromba-Michel. Most interest presents the process of heat exchange, that takes place on the external surface of massive wall, on that sunny energy comes as a short-wave radiation. This energy is partly reflected, and partly taken in by a surface. As a result of absorption and transformation of sunny energy in thermal, the surface of massive wall is heated and in turn radiates thermal energy as a long wave radiation, and also heats air, that moves near her surface.

Keywords: solar energy, heat exchange, kerogomagranite wall, measurement, residential building, infrared thermometer.